

Dinamika zaraščanja planinskih pašnikov na Belski planini in Rebru z objektno usmerjeno analizo ortofotoposnetkov

Dynamics of Alpine Pastures Overgrowth in Belska Planina and Reber Using Object-Based Analysis of Orthophoto Images

Klemen KLINAR¹, David HLADNIK²

Izvleček

Klinar, K., Hladnik, D.: Dinamika zaraščanja planinskih pašnikov na Belski planini in Rebru z objektno usmerjeno analizo ortofotoposnetkov. *Gozdarski vestnik*, 72/2014, št. 5–6. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 28. Prevod avtorja in Breda Misja; jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

Planinski pašniki so del kmetijske rabe prostora v alpskem svetu, ki se pogosto zaraščajo. S primerjavo kart rabe tal smo ugotovili dinamiko zaraščanja pašnikov in drugih prostorskih procesov na Belski planini in pašniku Rebru. Digitalni ortofotoposnetki iz let 1995 in 2006 so bili v okolju GIS analizirani s postopkom objektne klasifikacije. Z uporabljenimi metodologijami je mogoče brez dolgotrajnega vizualnega razmejevanja rabe tal zanesljivo določiti spremembe na ravni najmanjših površin, to je posameznih grmov ali skupin dreves.

Ključne besede: planinski pašniki, zaraščanje, ruševje, ortofoto, objektna klasifikacija, GIS

Abstract

Klinar, K., Hladnik, D.: Dynamics of Alpine Pastures Overgrowth in Belska Planina and Reber Using Object-Based Analysis of Orthophoto Images. *Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry)*, 72/2014, vol. 5-6. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 28. Translated by the authors and Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

Alpine pastures are a part of the agricultural use of land in the Alpine region but they are becoming overgrown. By comparing land use maps the dynamics of pasture overgrowth and other spatial processes in Belska Planina and Reber pasture were established. Digital orthophotos from the years 1995 and 2006 were analyzed by feature extraction with GIS tools. Changes at the level of the smallest surfaces, i.e. individual shrubs or cluster of trees, can be reliably identified with the methodology used without long-lasting visual land use delineation.

Key words: alpine pastures, afforestation, dwarf pine stands, orthophoto, feature extraction, GIS

1 UVOD

1 INTRODUCTION

V rabi tal se odsevajo naravni in družbeni dejavniki neke pokrajine. Deleži rabe tal na določenem območju pričajo o prevladujoči kmetijski rabi prostora, naravnih razmerah za rast vegetacije ali poselitev, poleg tega pa ključno vplivajo na videz pokrajine. Z razvojem družbe in naravnimi procesi se struktura rabe tal s časom spreminja. Podobno kot v drugih alpskih deželah (Didier, 2001; Gellrich s sod., 2007) so tudi na Slovenskem raziskovali spremembe rabe tal v alpskem svetu (Lovrenčak, 1977; Petek, 2005). Petek (2005) je ocenil, da so območja planin in planinskega pašništva v alpskem svetu značilna in posebna oblika gospodarjenja, hkrati pa najbolj podvržena spremembam rabe tal. V slovenskem alpskem

svetu so po drugi svetovni vojni nastale največje spremembe rabe tal, ko je velik delež kmetijskih zemljišč prerasel gozd. Planinsko pašništvo in planine so propadale že med prvo svetovno vojno in po njej, najbolj pa po drugi svetovni vojni, ko je lastništvo prešlo iz vaških srenj v upravljanje novonastalih kmetijskih zadrug. Do leta 1993 je bila opuščena skoraj polovica nekdanjih planin. Procesi sprememb rabe tal, ki se dogajajo v zadnjih desetletjih, so šibkejši in jih ni mogoče zaznati tako kot v prejšnjih daljših časovnih obdobjih proučevanja (Petek, 2005). Splošni trend sprememb rabe kmetijskih površin na območjih z omejenimi

¹K. K., univ. dipl. geograf, dipl. inž. gozd., Razvojna agencija Zgornje Gorenjske, Spodnji Plavž 24e, Jesenice
²Doc. dr. D. H., Univerza v Ljubljani, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire

dejavniki obdelave je v smeri ekstenzifikacije rabe, zato lahko pričakujemo, da so ravno pašniki kot najbolj ekstenzivna raba kmetijske površine podvrženi zaraščanju.

Na rastiščno ekstremnih predelih planinskih pašnikov se po motnjah vegetacija obnovi in širi počasi. Rozman (2008) je ob raziskovanju dinamike razvoja vegetacije na zgornji gozdni meji opozoril na ekološki pomen rušja v sekundarni sukcesiji v slovenskih Alpah. Na zgornji gozdni meji rušje z gosto zarastjo in prepletenim koreninskim sistemom varuje tla pred erozijo in ustvari dobre razmere za pomlajevanje drevesnih vrst in naseljevanje zahtevnejših vrst. V novonastalem rušju se pojavijo rastlinske vrste gozdnih ekosistemov, vrste alpskih travnišč pa se selijo na odprte površine. Podobne procese pri širjenju gozda po motnjah ob zgornji gozdni meji je ocenil Diaci (1994). Posamezna drevesa in manjše skupine dreves najprej osvojijo ugodnejše dele rastišč v neposredni bližini strnjene gozda. Take skupine se postopoma zgostijo, strnjen sestoj nastane z združitvijo več skupin.

O zdajšnjih procesih spreminjanja rabe tal in zaraščanju planinskih pašnikov ni mogoče sklepati le na podlagi primerjave prostorskih podatkov, ki bi jih prevzeli iz gozdnogospodarskih načrtov ali evidence dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Pri poročanju o površini gozdnih zemljišč v zadnjem desetletju so večje površinske razlike nastale tudi zaradi zahtev po natančnejšem razmejevanju v evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, zlasti tistih na območjih zaraščanja opuščenih kmetijskih zemljišč (ZGS 2011, Hladnik in Žižek Kulovec, 2012). Z razvojem novih tehnologij v sklopu geografskih informacijskih sistemov smo dobili nove možnosti v krajinskoekološkem raziskovanju, monitoringu naravnega okolja, prostorskem načrtovanju, posebno tudi v kmetijstvu in gozdarstvu na Slovenskem. Odločilno vlogo je mogoče pripisati zlasti razvoju digitalnih ortofotoposnetkov v projektu Cikličnega aerosnemanja Slovenije po letu 2006, ko je bila prvič uporabljena digitalna tehnologija aerosnemanja in izdelave ortofotoposnetkov. Za barvne ortofotoposnetke v vidnem in bližnjem infrardečem spektru so ocenili, da so povprečna srednja kvadratna odstopanja po

koordinatnih oseh manjša od 0,5 m (Prešeren, 2007). Večja kakovost visokoločljivih posnetkov z velikostjo slikovnih elementov 0,25 m, 0,5 in 1 m je sprva omogočila natančnejše delo pri vizualni interpretaciji, uporabljati pa smo jih začeli tudi v postopkih klasifikacije in obdelave digitalnih posnetkov.

V novem pristopu pri uporabi digitalnih ortofotoposnetkov smo uporabili izkušnje, ki izvirajo iz težav pri uporabi visokoločljivih satelitskih posnetkov. Z razvojem satelitskih sistemov, pri katerih se je prostorska ločljivost povečala iz nekaj 10 m velikega slikovnega elementa do metrske ločljivosti ob koncu prejšnjega tisočletja, se je izkazalo, da spektralna klasifikacija novih visokoločljivih posnetkov samodejno ne prinaša tudi podrobnejših rezultatov klasifikacije. Pikselsko naravnane metode za klasifikacijo visokoločljivih posnetkov niso bile učinkovite, zato so razvijali objektno usmerjene načine za obdelavo digitalnih posnetkov. Na Slovenskem so zgodovinski pregled prehoda s pikselske na objektno usmerjeno analizo satelitskih posnetkov podali Veljanovski s sod. (2011). Za objektno analizo so prikazali, da temelji na konceptih segmentacije, odkrivanja robov, prepoznavanja in razvrščanja objektov (klasifikacija), ki so se v obdelavi posnetkov daljinskega zaznavanja uporabljali že desetletja (Johansen s sod., 2011; cit. Veljanovski s sod., 2011). Tako sta združeni prednosti vizualne interpretacije posnetkov in pikselske klasifikacije, kjer je vsak piksel razvrščen na podlagi njegove spektralne vrednosti. V procesu segmentacije poteka razmejevanje posnetka v homogene segmente z združevanjem sosednjih pikslov s podobnimi vrednostmi na podlagi več meril homogenosti. Čeprav tako ustvarjeni segmenti še ne predstavljajo realnih objektov na posnetkih, temveč njihove dele, je razvoj novih tehnologij na področju daljinskega pridobivanja podatkov omogočil odkrivanje sprememb na ravni krajinskih gradnikov, gozdnih sestojev in ekotopov (prim. Ehlers s sod., 2003; Waser s sod., 2008, 2011), ki smo jih pred tem spremljali zlasti na podlagi vizualne interpretacije.

Čeprav vizualna interpretacija posnetkov še vedno prevladuje, so njene slabosti: pomanjkanje usposobljenih interpretatorjev, velika poraba časa

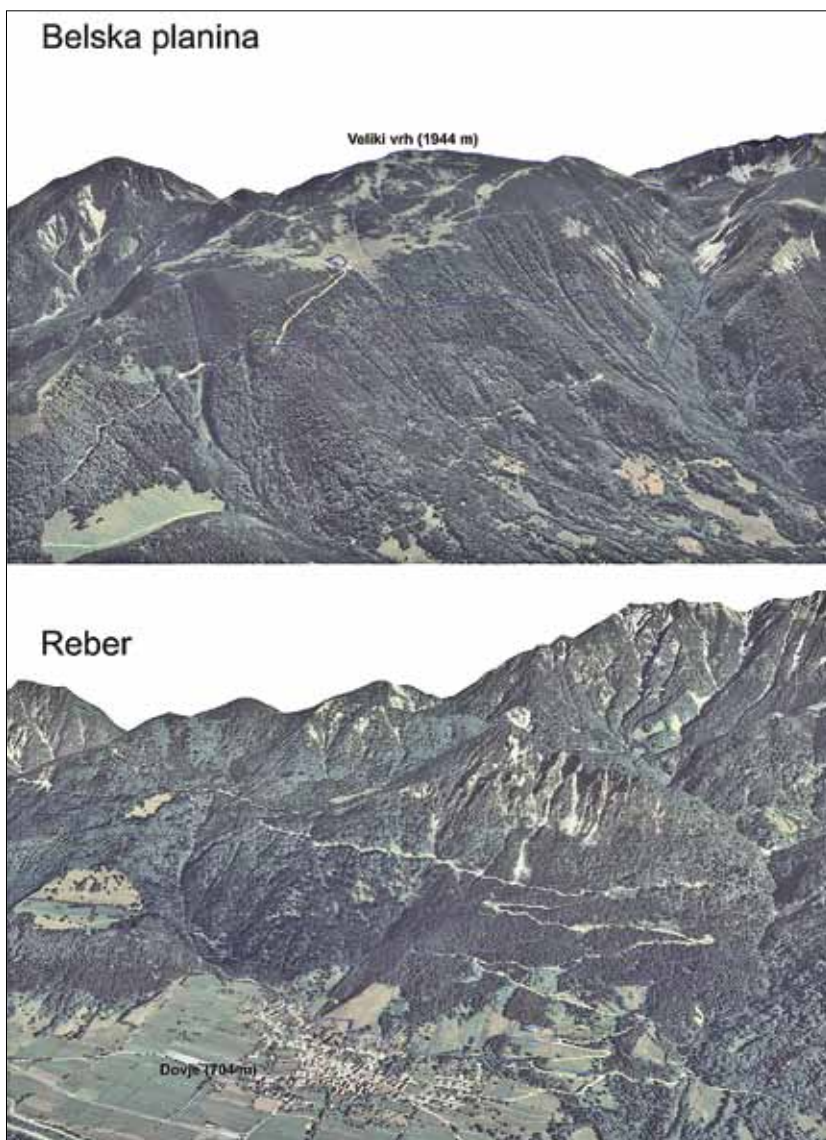
in stroški pri ročnem razmejevanju in zajemanju prostorskih podatkov ter delovnih metodah, ki so povezane z interpretacijo podatkov daljinskega zaznavanja (Opitz in Blundel, 2008). V sklopu objektno usmerjene analize digitalnih posnetkov je odločilna uporaba algoritmov induktivnega učenja, pri katerem uporabnik določa in izbira številne primere, ki bi jih rad izluščil iz posnetkov. Programsko orodje nato razvije model, ki vzporeja dane podatke o spektralnih in prostorskih značilnostih z objekti, ki jih želimo določiti oziroma razmejiti. V prispevku prikazujemo klasifikacijo

rabe tal in razmejevanje površinskih sprememb z objektno usmerjeno analizo v okolju geografskih informacijskih sistemov na dveh slovenskih planinah.

2 OPIS OBJEKTOV IN METODE DELA

2 OBJECT DESCRIPTION AND WORK METHODS

V raziskavi obravnavana objekta sta na območju Zahodnih Karavank. Belska planina je v vršnem grebenu Karavank nad naseljem Koroška Bela,



Slika 1: Trirazsežni sliki območja Belske planine in Rebra z označeno parcelno mejo (viri prostorskih podatkov: Ortofotoposnetki CAS 2006, DMV 12,5; Geodetska uprava RS).

Figure 1: 3D visualization of Belska Planina and Rebro areas with marked polygon boundary (sources of spatial data: orthophoto images CAS 2006, DMV 12.5; Geodetska uprava RS / Surveying and Mapping Authority of the RS/).



Slika 2: Tipičen prikaz širjenja ruševja na pašne površine. V ospredju manjši posamezni grmi, sledijo skupine grmov in v ozadju matični kompleks ruševja na planini (foto: Klemen Klinar, 2009).

Figure 2: Typical demonstration of dwarf pine spreading onto pasture area. In the front are smaller individual shrubs followed by groups of shrubs and in the back is parent complex of dwarf pine on the alpine pasture (photo: Klemen Klinar, 2009).

Reber pa leži v vznožnem delu Karavank severno od naselja Dovje.

Dejansko območje analize z geografskimi informacijskimi sistemi obsega del parcele št. 687/1, k.o. Koroška Bela, ki pokriva celotno območje planine. Parcela je velika 349,75 ha. (Javni vpogled v podatke ..., 2010), v študiji pa je obravnavano območje veliko 180,04 ha. Belska planina je kopast masiv z najvišjim Velikim vrhom (1944 m). Pašniki segajo od nadmorske višine okoli 1500 m do vrha. Na celotnem območju Belske planine se mozaično prepletata gorsko travinje in ruševje v združbi *Rhodothamno – Rhododendretum hirsuti* (subalpinsko grmišče dlakavega sleča in navadnega slečnika). Na planini je zastopana oblika z rušjem (*Pinus mugo*), ki navadno gradi gosto sklenjena grmišča (Gozdnogospodarski načrt ..., 1999). Belska planina je pašnik za govedo in konje kmetov iz naselij Koroška Bela in Javorniški Rovt. Na planini se je leta 1993 paslo 205 glav živine 64

dni (Planine in skupni pašniki v Sloveniji 1995), v letu 2008 pa le še 67 glav, a se je pašna sezona podaljšala na 97 dni (Alič, 2009). Manj živine na pašniku z enako površino posledično zmanjšuje obremenitev pašnih površin in povečuje možnost zaraščanja, saj živini v iskanju paše ni treba doseči najbolj oddaljenih in z ruševjem zaprtih delov pašnika.

V Agrarni skupnosti Koroška Bela se zavedajo problematike zaraščanja planine, vendar je vzdrževanje vseh pašnih površin glede na veliko fragmentacijo pašnika nemogoče. Zaraščanje planine poteka s širitvijo avtohtonega rastja brez prehodnih sukcesijskih faz. Posamezni novonastali grmi se širijo in zraščajo v skupine grmov, skupine grmov pa se naposled združijo z matičnim kompleksom ruševja, ki porašča območje.

Kmetje vsako leto organizirajo delovne akcije krčenja ruševja, vendar je delo osredotočeno na odstranjevanje novonastalih manjših grmov

znotraj večjih območij pašnika. Poleg tega krčijo ruševje na območjih pomembnejših prehodnih koridorjev med posameznimi enotami pašnikov (Alič, 2009).

Drugi objekt, pašnik Reber, leži na parceli št. 683/21, k.o. Dovje. Parcela je velika 47,87 ha (Javni vpogled v podatke ..., 2010). Geomorfološko gledano je to prisojno vznožno pobočje Borovja (1476 m). Pašniki obsegajo območje od 750 do 950 m. Na zaraščajočih pašnikih nad Dovjem je združba *Anemone trifoliae* – *Fagetum typicum* (alpski bukov gozd – osrednja oblika), vendar je spremenjenost gozdov na območju in okolici Rebra zelo velika, zato v drevesni sestavi prevladuje smreka. Čeprav ne izrecno za primer pašnika Reber, gozdnogospodarski načrt v opisu estetske funkcije gozdov navaja, da poleg gozdov krajinsko estetsko pozitivno vplivajo tudi planine, ki prekinjajo monotonijo gozdnih kompleksov, vendar ne toliko v zaraščajoči obliki kot redno vzdrževane planine (Gozdnogospodarski načrt ..., 2008). Ta navedba opozarja, da ohranjanje planinskih pašnikov ni pomembno samo s kmetijskega vidika, temveč tudi za ohranjanje estetike kulturne krajine alpskega sveta.

Pašnik Reber je del pašnih površin, s katerimi upravlja Agrarna skupnost Dovje Mojstrana. V preteklosti je bil pašnik namenjen poletni paši krav molznic, v zadnjem obdobju pa je postal le pašnik za pašo goveda in ovc pred odhodom in potem na višje planine, torej pašnik v poletju sameva (Klinar, 2009). Zato je pašnik podvržen hitremu prehodu v prvo sukcesijsko fazo s termofilnimi grmovnimi in pionirskimi drevesnimi vrstami. Agrarna skupnost Dovje na pašniku občasno krči grmovne zarasti. Po podatkih predsednika agrarne skupnosti (Klinar, 2009) krčenja potekajo vsako leto, vendar se zaradi hitrega obnavljanja grmovna zarast hitro ponovno razraste.

2.1 Segmentacija ortofot posnetkov

2.1 Segmentation of orthophoto images

Pri raziskavi je bilo uporabljenih več prostorskih podatkov, s katerimi sta bila analizirana raziskovalna objekta. Jedro prostorskih podatkov so bili ortofotoposnetki Cikličnega aerosnemanja Slovenije iz let 1995 in 2006. Uporabili

smo ortofoto posnetke območja Belske planine in pašnika Reber s prostorsko ločljivostjo 0,5 m. Posnetki za leto 1995 so pankromatski, za leto 2006 pa barvni v vidnem delu spektra. V letu 2006 so bili na Slovenskem prvič na voljo posnetki, izdelani na podlagi snemanja z digitalno aerosnemanalno kamero in novo tehnologijo digitalnega ortofota. Ob novih ortofotoposnetkih smo želeli preizkusiti tudi možnosti za segmentacijo starejših pankromatskih posnetkov, ki jih pogosto uporabljamo pri analizi časovne dinamike sprememb vegetacije. Med interpretacijo dostopnih ortofotoposnetkov in s kasnejšim terenskim delom smo preverili, da so zaraščajoče pašnike začeli sistematično krčiti v letu 2005, najbolj izrazito pa v septembru 2012 in poleti 2013. Ker bo obseg krčitev mogoče analizirati na podlagi pričakovanih posnetkov v letu 2014, smo se v tem prispevku omejili na analizo v prvem obdobju, ki je primerljivo z desetletnimi obdobji v gozdnogospodarskem načrtovanju.

Za analizo ortofotoposnetkov smo uporabili orodje Feature Analyst (Opitz in Blundel, 2008), ki deluje v okolju programa ArcGIS. Feature Analyst je orodje za avtomatizirano ločevanje različnih tipov rabe tal v slikovnih prikazih prostorskih podatkov, pri čemer pa ne gre za nenadzorovano klasifikacijo, temveč je klasifikacija lahko natančno opredeljena in pogojena s strani uporabnika (Feature Analyst 4.2 ..., 2008).

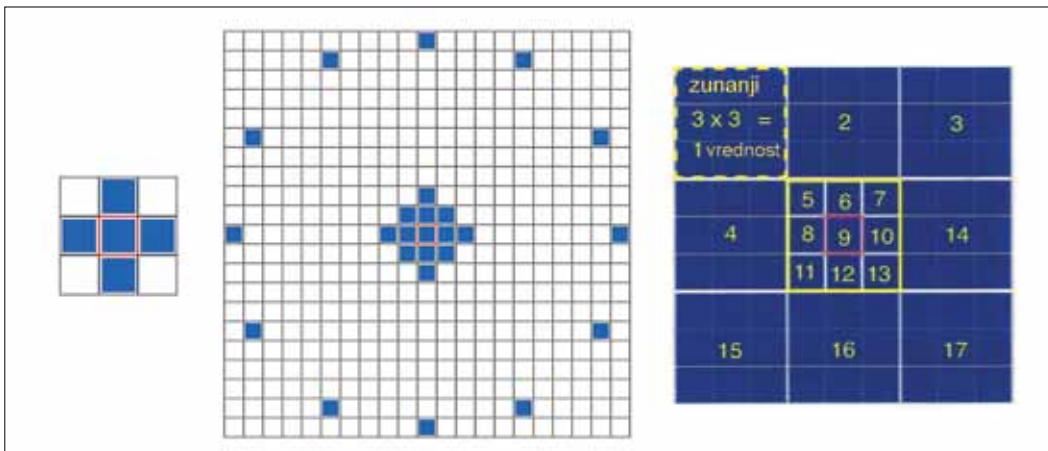
1. korak: določitev vzorčnih ploskev

Pri ugotavljanju zaraščanja pašnikov so ključnega pomena vzorčne ploskve, zajete na površini pašnika in na zaraščajočih oziroma izkrčenih površinah v določenem časovnem obdobju. Za določitev pašnih površin je bila oblikovana vektorska datoteka z vzorčnimi ploskvami na pašnih površinah v obliki poligonov. Za čim boljše vhodno informacijo o spektralnem odboju

Preglednica 1: Število digitaliziranih vzorčnih poligonov na raziskovalnih objektih.

Table 1: Number of digitalized sample polygons on research objects.

	Leto 1995	Leto 2006
Belska planina	195	181
Reber	82	44



Slika 3: Primeri operatorjev za odkrivanje prostorskih vzorcev in objektov (zaplat vegetacije, koridorjev, posameznih dreves ali grmov) z upoštevanjem velike prostorske ločljivosti na območju osrednjega piksla in kontekstualne prostorske informacije z naraščanjem oddaljenosti od središča učnega algoritma (Prirejeno po Feature Analyst 4.2 ... , 2008).

Figure 3: Examples of operators for detecting spatial samples and objects (vegetation patches, corridors, individual trees or shrubs) taking into account high spatial resolution on the area of the central pixel and contextual spatial information with increasing distance from the learning algorithm (adapted after Feature Analyst 4.2 ... , 2008).

pašnika poligoni vzorčnih površin pokrivajo vse tipe pašnika (kamnit pašnik, suh pašnik, normalen pašnik in nepašen pašnik). Preglednica 1 prikazuje število vzorčnih ploskev na pašnikih.

pleksnejših oblik in prostorske razmestitve (Slika 3).

- Določimo masko – območje, znotraj katerega bodo analizirani piksli izbranega ortofotoposnetka.

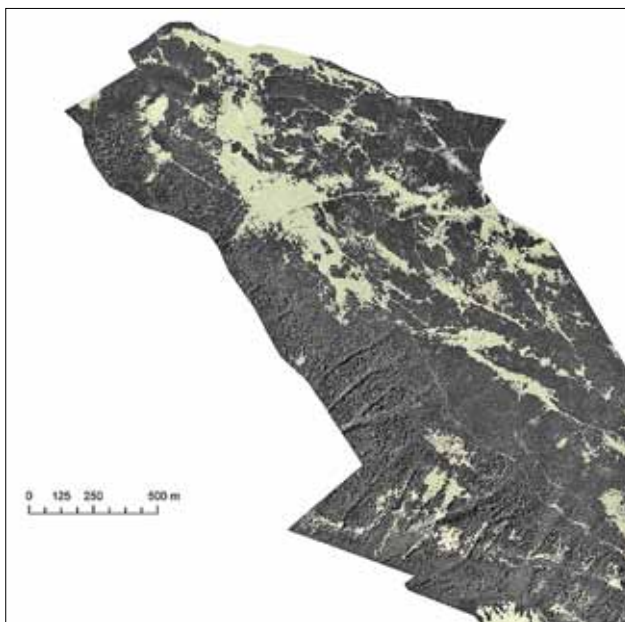
2. korak: glavno izločanje pašnih površin

Na podlagi vzorčnih ploskev v nastavitvah za klasifikacijo določimo:

- glavni tip analize, v našem primeru naravno pokrovnost tal,
- prostorsko ločljivost.

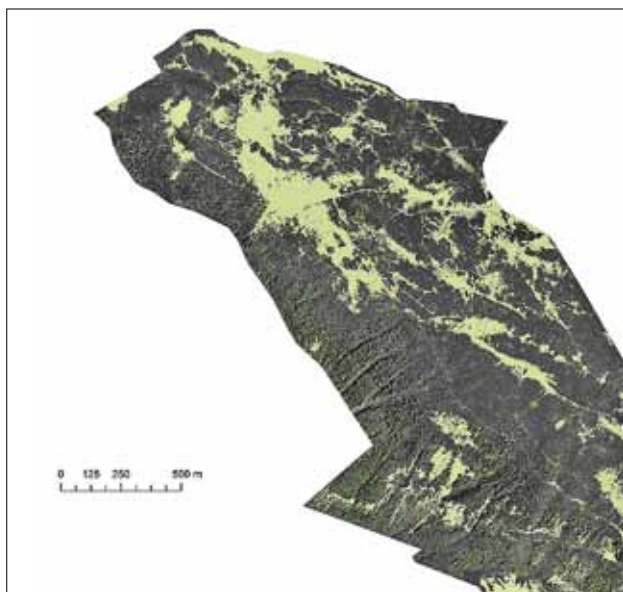
Natančnejše določanje nastavitvev obsega naslednje korake:

- Določimo vzorec operatorja, ki na podlagi vzorčnih ploskev zbere podatke o značilnem spektralnem odboju iskanega razreda. Program nato vsak piksel primerja s spektralnimi vrednostmi sosednjih pikslov v vzorcu izbranega operatorja in tako določi, v kateri razred oziroma rabo tal bo uvrščen. Osrednji piksel primerjamo s sosedi, najmanj s štirimi v oknu velikosti 3 x 3 piksle in več desetimi ali stotino v oknih, ki določajo prostorske vzorce kom-



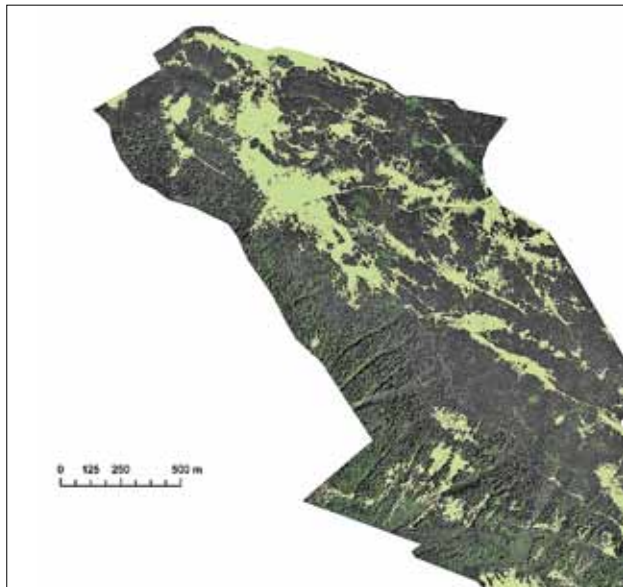
Slika 4: Rezultat prvega koraka razmejevanja na primeru Belske planine leta 1995.

Figure 4: Result of the first step of delineation on the example of Belska Planina in 1995.



Slika 5: Rezultat postopka razmejevanja z zmanjšanim pragom najmanjše površine na primeru Belske planine leta 1995. Dodatno razmejene površine pašnika so označene z zeleno barvo.

Figure 5: Result of delineation process with reduced threshold of minimal area on the example of Belska Planina in 1995. Additionally delineated pasture areas are marked with green color.



Slika 6: Rezultat postprocesiranja z določanjem v osnovnem postopku napačno razvrščenih površin na primeru Belske planine leta 1995. Dodatno razmejene površine pašnika so obarvane živo zeleno.

Figure 6: Result of post-processing with determination of areas, wrongly classified in the first procedure, on the example of Belska Planina in 1995. Additionally delineated pasture areas are marked with vivid green color.

- Določimo najmanjšo površino izločene površine. Za izločitev osnovnih površin pašnikov smo najprej določili višji minimalni površinski prag, to je 1600 pikselov, kar pri 0,5-metrski ločljivosti znaša 400 m².

3. korak: glavno izločanje pašnikov z manjšanjem najmanjše razmejene površine

Ker je namen raziskave prikazati tudi najmanjše spremembe rabe tal, smo določili najmanjšo površino 16 pikselov, kar pomeni 4 m².

4. korak: postprocesiranje – dopolnjevanje rezultatov

Po navadi prvi rezultati razmejevanja še ne pokažejo zadovoljivih rezultatov, zato je treba rezultate dopolniti. Feature Analyst omogoča, da rezultate analize dopolnimo tako, da izločimo preveč določene površine ali dodamo premalo določene. To storimo tako, da:

- določimo nove vzorčne površine, ki naj bi sodile v kategorijo pašnik, pa jih glavne analize niso pripisale tej kategoriji, ali
- določimo nove vzorčne površine, ki so jih glavne analize uvrstile v kategorijo pašnik, a ne sodijo tja.

Prednost zadnjega koraka je, da program površine pašnika, ki so bile določene v prejšnjih korakih, ne obravnava ponovno in tako ne poslabša že pridobljenih dobrih rezultatov.

5. korak: primerjava pašnih površin med letoma 1995 in 2006

Po oblikovanju karte pašnih površin za raziskovana objekta v obeh časovnih obdobjih sta sledila primerjava in ugotavljanje sprememb rabe tal med letoma 1995 in 2006. Karti pašnih površin za obe leti sta bili združeni v eno, kjer je vsak poligon privzel eno od štirih možnih kombinacij, ki jih prikazuje preglednica 2.

Preglednica 2: Pregled kombinacij na karti primerjave pašnih površin med letoma 1995 in 2006.

Table 2: Overview over combinations on the map of pasture areas comparison between the years 1995 and 2006

		Leto 1995	
		1 – pašnik	0 – gozd/grmovje
Leto 2006	1 – pašnik	1 pašnik brez sprememb	2 krčitev gozda/grmovja
	0 – gozd/grmovje	3 zaraščanje pašnika	4 gozd/grmovje brez sprememb

2.2 Ocenjevanje natančnosti razmejevanja

2.2 Estimation of delineation accuracy

Za oceno natančnosti razmejevanja pašnika je bila opravljena kontrola s pomočjo sistematične mreže kontrolnih točk. Na območju Belske planine je bila na podlagi koordinatnega sistema postavljena mreža za točk 50 × 100 m, na območju Rebra pa 50 × 50 m. Za piksele, na katere je padla kontrolna točka, je bila opravljena primerjava med vizualno ocenjeno in z analizo ugotovljeno spremembo rabe tal. Delež pravilno določenih sprememb s programom Feature Analyst v primerjavi z vizualno oceno je podal zanesljivost določanja sprememb rabe tal.

Pri delu z ortofotoposnetki je nastalo nekaj metodoloških težav. Predvsem na območju Belske planine je bila zaznana položajna neskladnost ortofotoposnetkov iz obeh obravnavanih obdobij. Nezanemarljiv vir nenatančnega razmejevanja so tudi sence, ki pri rušju niso povzročale težav, pri določanju rabe tal na Rebru pa so težavo pov-

zročale sence na severozahodni strani gozdnih površin ali posameznih dreves. Zaradi specifičnega spektralnega odboja zasenčenih površin, ki je bolj podoben spektralnemu odboju iglavcev kot pašnih površin, so bile pri razmejevanju s programom Feature Analyst sence priključene gozdu.

3 REZULTATI

3 RESULTS

3.1 Površinske spremembe 1995–2006

3.1 Area changes 1995–2006

Na podlagi razmejevanja pašnika na ortofotoposnetkih iz let 1995 in 2006 so bile izdelane karte pašnih površin. Za Belsko planino je značilna velika fragmentacija pašnih površin. Le-te so med seboj povezane z bolj ali manj ozkimi koridorji med ruševjem, katerih ohranjanje je ključnega pomena za vzdrževanje odprtosti pašnika za živino. Če primerjamo samo skupne površine pašnikov in ruševja, ki smo jih ugotovili s klasifikacijo, se izkaže, da se je glede na površino pašnika iz leta 1995 njegova površina v letu 2006 zmanjšala za 5,82 ha, kar je 9,7 % pašnih površin.

Ko karti rabe tal za obe leti prekrijemo, ugotovimo, da ni nastalo zgolj povečanje površine ruševja, temveč je dejansko absolutno povečanje ruševja večje, saj se je zaraslo 19,6 % pašnika iz leta 1995. Vendar pa se na določenih površinah ponovno pojavi pašnik, čeprav je bilo v letu 1995 tam ugotovljeno ruševje. Tovrstna sprememba nakazuje na krčitve ruševja, ki jih izvajajo kmetje. Krčitve na robovih zaplat ruševja so bile določene, čeprav je na razmejevanje vplivala tudi položajna neskladnost starejših posnetkov. Zaradi majhnih višin ruševja (< 5 m) položajna neskladnost ni

Preglednica 3: Pregled površin pašnika in ruševja oz. gozda ali grmovja na Belski planini in Rebru v letih 1995 in 2006.

Table 3: Overview over areas of pasture and dwarf pine or, respectively, forest or shrubs on Belska Planina and Rebro in the years 1995 and 2006.

	Belska planina		Reber	
	Pašnik	Ruševje	Pašnik	Gozd/grmovje
	ha	ha	ha	ha
1995	60,26	119,78	18,88	28,99
2006	54,44	125,60	15,14	125,60
Razlika	-5,82	+5,82	-3,74	+3,74

Preglednica 4: Površine sprememb rabe tal na Belski planini v obdobju od 1995 do 2006.

Table 4: Areas of land use changes on Belska Planina in the period 1995-2006.

Tip spremembe rabe tal	Pašnik brez sprememb	Krčitev ruševja/ grmovja ali gozda	Zaraščanje pašnika	Ruševje/ gozd ali grmovje brez sprememb
Belska planina (ha)	48,45	5,99	11,81	113,79
Reber (ha)	13,62	1,52	5,26	27,47

vplivala na natančnost odkrivanja sprememb v taki meri kot na primer na robovih gozdnih zaplat, kjer drevje doseže tudi več kot 30 metrov višine. Krčitve so zajemale 50,7 % zaraščenih površin, kar pomeni, da kmetom z vsakoletnimi delovnimi akcijami uspe izkrčiti polovico površin, ki jih sicer izgubijo z zaraščanjem.

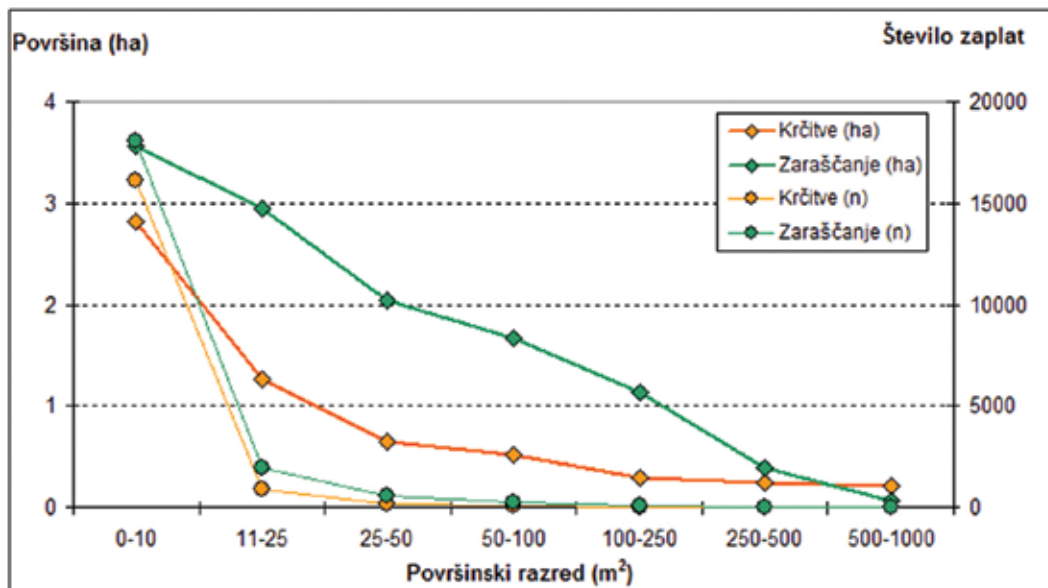
Število poligonov krčitev in zaraščanja je največje v površinskem razredu do 10 m², nato se njihovo število po velikostnih razredih manjša. Lahko ugotovimo, da je s tovrstno analizo mogoče prikazati zelo majhne spremembe, ki jih s klasično metodo vizualnega razmejevanja ni mogoče doseči ali pa je delo dolgotrajno.

Največje površine krčitev in zaraščanja so velike do 1000 m². Zaraščene površine so na robu površin ruševja enakomerno razporejene po celotni planini. Gre za pas razširjenih grmov,

skupin grmov rušja ali matičnega sestoja ruševja. Ob vizualni oceni je ta pas širok 2–3 piksle, kar je v naravi 0,75–1,50 m.

Zaradi problematike zasenčenih površin so za pašnik na Rebru prikazane le glavne ugotovitve. Spremembe v rabi tal so na Rebru zaradi drugačne strukture drevesnega in grmovnega rastja, ki je posledica ugodnejših podnebnih razmer v nižji nadmorski višini, očitnejše in površinsko večje. Ob primerjavi kart rabe tal iz vzorčnih let so zaraščene površine izrazito širše na zahodni strani, kar je posledica senc dreves in gozda. Na 47,87 ha površine, kolikor je velik raziskovalni objekt, se je površina pašnika zmanjšala za 3,74 ha, kar pomeni, da se je v obdobju od 1995 do 2006 zmanjšala za 19,8 %.

Dejanske spremembe, ki so bile ugotovljene s klasifikacijo rabe tal, so prikazane v preglednici 4



Slika 7: Površine in število poligonov posameznih prostorskih sprememb na Belski planini v obdobju od 1995 do 2006.

Figure 7: Areas and number of polygons of individual spatial changes on Belska Planina in the period 1995-2006.



Slika 8: Prepletanje pašnika in ruševja na Belski planini (foto: Klemen Klinar, 2009).

Figure 8: Intertwining of pasture and dwarf pine on Belska Planina (photo: Klemen Klinar, 2009).

in kažejo, da je bilo dejansko zaraščanje še obsežnejše in je zmanjšalo pašnik za 27,9 %, vendar so tako velik obseg zaraščanja ublažili s krčitvami, ki so obsegale 28,9 % zaraščenih površin. Tudi na Rebru je struktura površin, kjer so dejansko nastale spremembe, takšna, da je največ poligonov v velikostnem razredu do 10 m², njihovo število pa se nato zmanjšuje. Zaraščanje je bilo zaznано na relativno velikih strnjениh površinah, vendar gre v vseh primerih za večanje krošenj dreves, razraščanje grmovja, združevanje posameznih dreves ali grmov v skupine in v največji meri širjenje strnjениh gozdnih površin na pašnik. Problematične so zasenčene površine, ki na zahodnih in severozahodnih straneh dreves in gozdnih površin izkazujejo pretirano zaraščanje. Kljub temu je ob vizualni primerjavi ortofotoposnetkov očitno, da se grmovno in drevesno rastje zgoščata in raba tal iz mozaične sestave gozd – pašnik prehaja v gozd.

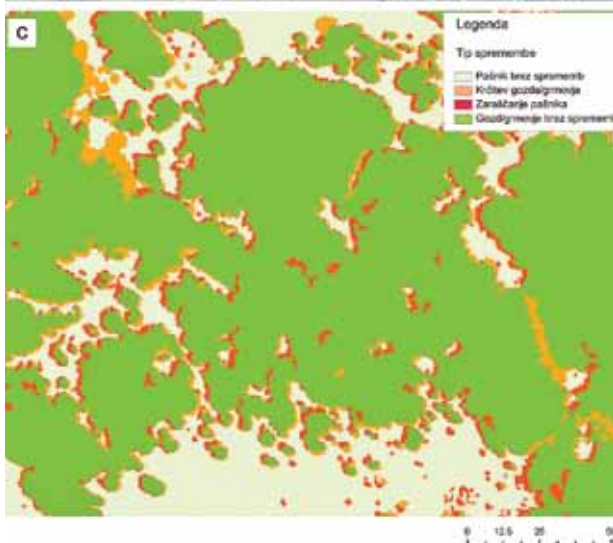
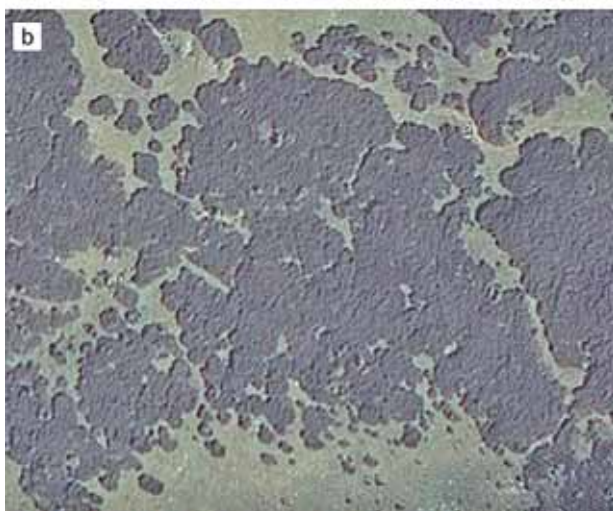
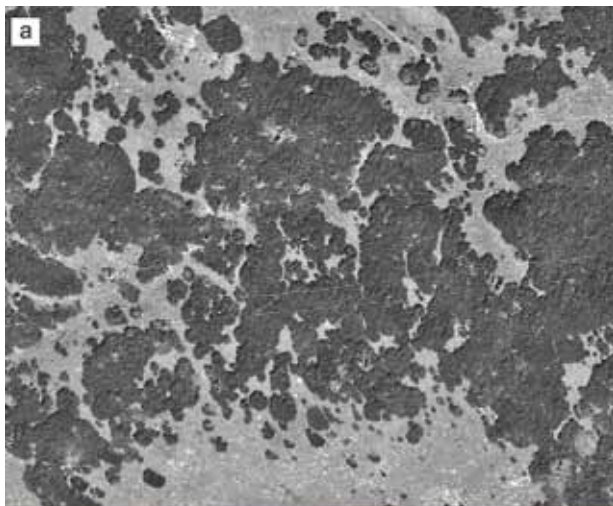
Na celotnem pašniku je bilo ob vizualnem

pregledu ortofotoposnetkov ugotovljeno izrazito preraščanje pašnika s praprotnjo, česar še ne moremo označiti kot zaraščanje, vendar kljub temu to pomeni poslabševanje pašnih razmer in estetike območja. V obliki podrobnih kart so prikazani tipični primeri spremembe rabe tale na Belski planini, kjer se na pašniške površine širi ruševje. Na območju posameznih grmov in manjših zaplat ruševja so se med letoma 1995 in 2006 grmi zraščali in tvorili večje enote ruševja, med seboj so zapirali tudi manjše enote pašnika, ki s tem niso več dosegljive za govedo.

V vzhodnem delu opazimo umetno ustvarjanje koridorja v ruševju, ki so ga izkrčili člani agrarne skupnosti. Tako so živini omogočili lažje prehajanje med pašnimi enotami. V severozahodnem delu slike so opazne večje površinske krčitve ruševja, da bi ohranili in povečali pašne površine na planini. S krčitvijo ruševja v koridorju je bil ponovno vzpostavljen prehod do pašnika, ki je bil fizično že

Slika 9: Primerjava ortofotoposnetkov dela Belske planine med letoma 1995 (a) in 2006 (b) ter pregled sprememb rabe tal v tem obdobju (c), primer zaraščanja in ustvarjanja prehodov med pašniki (vir: Ortofotoposnetki CAS 1995/2006, Geodetska uprava RS).

Figure 9: Comparison of orthophoto images of a part of Belska Planina between the years 1995 (a) and 2006 (b) and overview over land use changes in this period (c), an example of overgrowing and creating transitions between pastures (source: Orthophoto images CAS 1995/2006, Geodetska uprava RS /Surveying and Mapping Authority of the RS/).



ločen od matičnega pašnika, s čimer je bila pridobljena večja površina pašnika od dejansko izkrčene.

3.2 Ocena natančnosti razmejevanja in primerjava s podatki MKO

3.2 Estimation of delineation accuracy and comparison with MKO data

S klasifikacijo rabe tal in na njeni podlagi izdelano analizo prostorskih sprememb smo na Belski planini dosegli 97 % celotno natančnost. Največ napak se pojavi pri izkrčenih površinah in so posledica položajne neskladnosti ortofotoposnetkov. Nekaj napak se pojavi tudi pri določanju zaraščanih površin, ki nastanejo zaradi listavcev, ki imajo na barvnih ortofotoposnetkih spektralni odboj bližje travnikom kot iglavcem. Na Rebru smo z orodjem Feature Analyst dosegli 94 % celotno natančnost analize rabe tal in njenih sprememb. Največ napak se pojavi pri določanju zaraščanja, kjer je bilo na vzorčnih točkah ugotovljeno, da dejansko ni nastalo zaraščanje, temveč je bila površina, ki je bila leta 1995 še določena kot pašnik, v letu 2006 zaradi

daljših senc v zasenčenem pašniku. Z odpravo napak, ki jih navajamo kot najpogostejše, bi lahko dosegli boljšo natančnost rezultatov.

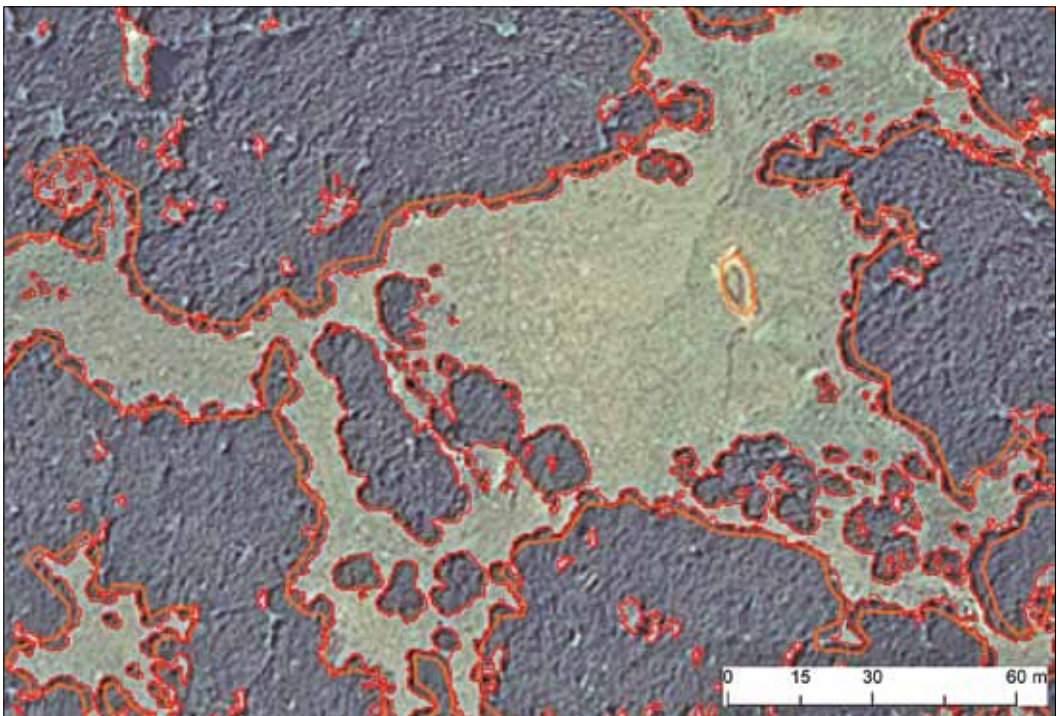
Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč (2008) določa najmanjše površine, ki jih je treba razmejiti pri fotointerpretaciji ortofotoposnetkov. Prostorske podatke dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč ter podatke grafičnih enot rabe zemljišč kmetijskih gospodarstev (GERK) smo primerjali z rezultati analize te raziskave. Izkazalo se je, da so predvsem podatki o dejanski rabi kmetijskih in gozdnih zemljišč površinsko skladni z našo klasifikacijo, čeprav detajlna meja različnih rab tal ne dosegata takšne natančnosti; predvsem na Belski planini niso izločeni posamezni grmi ali skupine grmov rušja. Površina pašnikov v letu 2006, pridobljena z našo analizo, površine trajnih travnikov, ki jih označuje Evidenca

dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč, in površine GERK-ov na planinah so prikazane v preglednici 5.

Preglednica 5: Primerjava površin GERK-ov, površin v Evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč in površin pašnika, določenega s klasifikacijo ortofoto posnetkov iz leta 2006 (vir: Portal MKO, 2010).

Table 5: Comparison of GERK areas, areas in the Register of actual use of agricultural and forest land and pasture area, defined through classification of orthophoto images of 2006 (source: MKO 2010).

	Površina (ha)		
	GERK (stanje 2010)	Raba tal MKO (stanje 2010)	Klasifikacija (ortofoto 2006)
Belska planina	60,78	58,23	54,44
Reber	11,30	12,38	15,14



Slika 10: Prikaz primerjave razmejitve pašnih površin, ki smo jo dosegli s programom Feature Analyst in razmejitve Evidence rabe tal kmetijskih in gozdnih površin MKO na Belski planini (vir prostorskih podatkov: Ortofotoposnetki CAS, 1995/2006, Geodetska uprava RS; Portal MKO, 2010).

Figure 10: Presentation of pasture areas delineation, obtained with the Feature Analyst program, and delineation from the Register of use of agricultural and forest land MKO on Belska Planina (source of spatial data: Orthophoto images CAS 1995/2006, Geodetska uprava RS /Surveying and Mapping Authority of the RS; MKO 2010).

4 RAZPRAVA IN SKLEPI

4 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Spremembe rabe tal so proces v prostoru, ki ga v svojih delih z različnimi pristopi obravnava več avtorjev. V večini primerov gre za analizo večjih površinskih enot in daljših časovnih intervalov. Glavne spremembe rabe tal v slovenskem alpskem svetu proučuje Petek (2005) in ugotavlja, da na splošno kmetijska zemljišča v obdobju od 1900 do 2000 prehajajo v ekstenzivnejšo vrsto rabe tal. Zato so glavni procesi, ki zaznamujejo spremembe rabe tal v alpskem svetu, prehajanje njiv v travninje ter travnikov in pašnikov v gozd. In ravno slednji proces obravnavamo v tej razpravi. Raziskovalci ugotavljajo zlasti površinske spremembe in o procesih presoajo na podlagi sprememb površinskih deležev, v našem delu pa smo odkrili prostorske procese zaraščanja in vzdrževanja pašnikov z njihovimi vzročnimi značilnostmi. Ker smo želeli zaznati aktualne značilnosti prostorskih sprememb, je bilo raziskovalno obdobje za proces zaraščanja relativno kratko, in sicer obdobje enajstih let. Zaradi tako kratkega obdobja se je bilo pri izločanju samostojnih enot rabe tal za ugotovitev sprememb treba spustiti na raven posameznih grmov oziroma dreves s površino več kot 4 m².

Na Belski planini, ki leži na nadmorski višini od 1500 do 1900 m in kot prevladujoča zaraščajoča vrsta prevladuje rušje, je bilo leta 1995 na 60,26 ha pašnih površin v enajstletnem obdobju ugotovljenih 11,81 ha zaraščenih površin in 5,99 ha izkrčenih. Zaraščene površine so enakomerno razporejene po celotni površini pašnika in se pojavljajo v obliki novonastalih grmov ali pasov razširjenih grmov, skupin grmov rušja oziroma matičnega sestoja ruševja. Opazen je proces združevanja ruševja v večje enote – posamezni grmi se zraščajo v skupine grmov, le-te pa se naposled zrastejo z matično površino ruševja. Glede na ugotovitve Rozmana (2008), da so bili povprečni letni prirastki terminalnih poganjkov rušja na zgornji gozdni meji od 4,94 do 8,94 cm, je v obdobju enajstih let pričakovana rast grmov od 54 do 98 cm. Pri tem je treba upoštevati, da Rozman (2008) obravnava rušje na zgornji gozdni meji, kjer je

bil najnižji raziskovalni objekt na nadmorski višini 1790 m, torej lahko upravičeno pričakujemo tudi večje prirastke.

Izkrčene površine so antropogenega nastanka, zato so prostorsko razporejene na bolj strnjenih površinah. Ob pregledu teh površin se izkažejo trije značilni tipi krčitev:

Krčitev posameznih grmov, ki so na večjih enotah pašnika

S tem je doseženo ohranjanje celovitosti pašnih površin. Odstranjevanje posameznih grmov je smotrno tudi zato, ker zaradi boljših svetlobnih razmer rušje v obliki posameznih grmov raste hitreje kot v sestojni obliki ruševja (Rozman, 2008).

Krčitev skupin grmov na robu večjih enot pašnikov

Ta tip krčitev pomeni pridobivanje novih pašnih površin na večjih površinah. Je neke vrste kompenzacija za izgubo pašnika na enem mestu v obliki odstranjevanja večjih skupin ruševja ali celo posega v njegov matični sklop.

Krčitev koridorjev med enotami pašnika po celotnem območju planine

Ta vrsta krčitev ni namenjena neposrednemu pridobivanju pašnih površin, temveč se z njo posredno ohranja površine pašnikov, ki so s koridorji povezane z osrednjimi pašniki planine. Ko namreč ruševje zaraste prehod do pašne površine, je ta kljub nezaraščenosti zaradi nezmožnosti dostopa za živino izgubljena.

Na Rebru, ki leži na nadmorski višini od 750 do 950 m in v zaraščanju prevladujejo termofilne grmovne vrste in smreka, je bilo na 18,88 ha pašnikov iz leta 1995 do leta 2006 zaraščenih 5,26 ha in izkrčenih 1,52 ha. Zaraščanje poteka v obliki razraščanja grmovja in posameznih dreves. Na območju mozaične sestave vedno večji delež pridobiva drevesno rastje, ki naposled preide v sklenjen gozd. Ob primerjavi kart pašnih površin iz let 1995 in 2006 so krčitve razvidne v obliki odstranjevanja posameznih dreves in grmov, evidentirana je ena večja krčitev gozda za pridobitev novih pašnih površin v obsegu 0,13 ha.

Če primerjamo oba raziskovana objekta, lahko ugotovimo, da je dinamika zaraščanja na Rebru hitrejša. Reber zaznamujejo ugodnejše naravogeografske razmere z daljšo vegetacijsko

dobro, poleg tega pa je zaraščanje hitrejše zaradi krajše pašne sezone. V obdobju od 1995 do 2006 se je tako zaraslo 27,9 % pašnika, na Belski planini pa 19,6 %. Tako velik delež deloma upočasnjujejo krčitve kmetov, saj se je delež pašnika ob upoštevanju izkrčenih površin na Belski planini dejansko zmanjšal za 9,7 % in na Rebru za 19,8 %. Zaradi hitrejšega zaraščanja je obvladovanje tega procesa na Rebru zahtevnejše in manj uspešno. O tem pričajo podatki, da je kmetom na Belski planini v obravnavanem obdobju uspelo očistiti površino, primerljivo s 50,7 %, na Rebru pa le 28,9 % zaraščene površine. Če torej upoštevamo končno bilanco zaraščenih in izkrčenih površin na obeh pašnikih, ugotovimo, da bo zaraščanje tudi v prihodnosti ob takšni dinamiki preprečevanja zaraščanja hitrejše na Rebru.

Rezultate klasifikacije rabe tal smo primerjali z evidencami Ministrstva za kmetijstvo in okolje RS. Ugotovitve kažejo, da je ob splošni primerjavi razmejitev pašnih površin prostorsko skladna. Ob natančnem pregledu obeh podatkov se šele izkaže, da je v podrobni razmejitvi precej razlik, saj je razmejitev evidence MKO zelo posplošena. Rezultati nakazujejo, da se planinski pašniki zaraščajo z relativno visoko dinamiko kljub dejstvu, da njihovi upravljavci na njih opravljajo krčitve. Ohranitev planinskih pašnikov, katerih pomen še zdaleč ni več samo kmetijski, temveč so planine pomembne tudi z vidika estetike kulturne krajine in ohranjanja biotske pestrosti, bo v prihodnosti zato izziv ne samo za kmete, temveč tudi naravovarstvenike, turistične delavce in druge zainteresirane v prostoru.

Sklepanje o procesih in dinamiki zaraščanja pašnikov je učinkovito, če poleg sprememb površinskih deležev posameznih skupin vegetacije upoštevamo spremembe krajinske zgradbe oziroma na ravni posameznih območij prostorske kazalce, ki jih izpeljemo iz velikosti, oblike in številčnosti zaplat rabe prostora (Pirnat in Kobler, 2012). Namesto običajne vizualne interpretacije ortofotoposnetkov smo uporabili objektno usmerjeno analizo digitalnih ortofotoposnetkov in jo prilagodili analizi zaraščanja planinskih pašnikov. Ob odkrivanju sprememb z objektno analizo smo vzorcem pripisovali njihov tematski pomen, kar po oceni Veljanovske s sod. (2011)

znatno olajša interpretacijo časovnih primerjav. Ocenjeno je bilo, da je tak način ločevanja vsebine posnetkov na objekte soroden človekovi konceptualni shemi razumevanja okolja. Delo in izvedba posameznih postopkov sta usmerjena v reševanje težav, pri katerih lahko poudarimo ali zanemarimo določene lastnosti objektov, njihove medsebojne razlike in oblikujemo generalizirane rezultate, ki upoštevajo tudi na primer tipično ali najmanjšo velikost pojavljanja objektov v naravi (Veljanovski s sod. (2011).

Z uporabo ortofotoposnetkov iz dveh časovnih obdobjev smo nakazali tudi nekaj omejitev pri uporabi objektne usmerjene analize posnetkov, ki bodo manj odločilni z razvojem tehnologije digitalnih letalskih posnetkov in morebitno dostopnostjo popolnega ortofota tudi na Slovenskem. Nanj so opozorili že v oceni stanja in kakovosti topografskih podatkov v Sloveniji (Petrovič s sod., 2011). Po novejših predstavitvah posameznih primerov uporabe (npr. Ritlop, 2012) ga verjetno lahko pričakujemo v naslednjem obdobju cikličnega aerosnemanja in zlasti lidarskega snemanja, ki naj bi tudi v slovenskih gozdovih zagotovil sprejemljivo kakovost modela reliefa. Popolni ortofoto je izdelan v nadgrajenem procesu ortorektifikacije letalskih posnetkov z algoritmi za iskanje in zapolnitev zakritih območij, tako da so objekti nad terenom preslikani na pravo mesto, v procesu mozaičenja pa je zakritim območjem določena tudi nova radiometrična vrednost. Za gozdarstvo bo poseben izziv razvoj novih metod za analizo prostorskih sprememb na gozdnih robovih in v zgradbi gozdnih sestojev, kjer pričakujemo večjo radiometrično konsistentnost zaporednih letalskih posnetkov, s tehnologijo popolnega ortofota pa tudi večjo sledljivost objektov, ki jih določamo v objektno usmerjeni analizi posnetkov. Na žalost doslej še nismo dočakali lidarskega snemanja celotne Slovenije. Obeti iz leta 2014 pa kažejo, da za celoten gozdni prostor ne bomo pridobili kakovostnejšega digitalnega modela reliefa, ki bi omogočil večjo zanesljivost pri razmejevanju in odkrivanju sprememb na robovih gozdnih zaplat in krajinskih gradnikov.

5 SUMMARY

A large part of agricultural land in Slovenia has been overgrown by forest. Though alpine pastures were decaying already during the World War I and after it, but their decay intensified after World War II, when village communities' ownership was altered into newly formed agricultural cooperatives' management. Until 1993, almost a half of former alpine pastures were abandoned. Processes of land use changes, taking place in the recent years, are weaker and not detectable to such an extent as the ones in the past, through longer study periods (Petek, 2005). Conclusions about the today's processes of land use changes and alpine pastures overgrowing cannot be drawn only from the comparison of spatial data we would take from forest management plans or from Register of actual use of agricultural and forest land. After 2006, when digital technology of aerial survey and production of orthophoto was used for the first time in the project of Cyclical Aerial Survey of Slovenia, we have, in the new approach to the use of digital orthophoto images, been applying experiences originating in solving problems concerning high resolution satellite images. In this article we present classification of land use and area changes delineation with object-based image analysis in GIS environment on the example of two Slovenian alpine pasture mountains in Western Karavanks (Figure 1).

Orthophoto images from Cyclical Aerial Survey of Slovenia of 1995 and 2006 formed the core of spatial data in our research. We used orthophoto images of the Belska Planina and Rebro area with spatial resolution 0.5 m. Images for the year 1995 are panchromatic and the ones for the year 2006 are in colors from the visible part of the spectrum. For analyzing orthophoto images we applied Feature Analyst tool (Opitz and Blundel, 2008), working in the ArcGIS program environment. Instead of the usual visual interpretation of orthophoto images we used object-based analysis of digital orthophoto images and adapted it to the analysis of alpine pastures overgrowth. Detecting changes with object-based image analysis, we attributed thematic meaning to the samples; work and car-

rying out of individual procedures were focused on solving classification problems, where we can emphasize or neglect certain object features and their differences and form general results, taking into account also, for example, typical or smallest size in which objects occur in nature.

Through land use classification and spatial changes analysis made on its basis we achieved an overall accuracy of 97% on Belska Planina. The most errors occur with deforested areas and originate in position inconsistency of orthophoto images. Using the Feature Analyst tool we achieved an overall accuracy of 94% of land use and its changes analysis on Rebro. Comparison of only overall areas of pastures and dwarf pine, gotten with classification, shows that pasture area on Belska Planina of 1995 decreased for 5.82 ha (9.7% of pasture area) until the year 2006 and the one on Rebro for 3.74 ha or, respectively, 19.8% (Table 3).

On Belska Planina, situated on an altitude of 1500-1900 m, where dwarf pine represents the prevailing overgrowing species, from 60.26 ha pasture areas in 1995, an 11-years period showed 11.81 ha of overgrown and 5.99 ha of cleared areas (Table 4) were found. Overgrown areas are evenly distributed over the entire pasture area and occur in the form of newly grown shrubs or belts of extended shrubs, groups of dwarf pine shrubs or parent dwarf pine stand. Process of uniting dwarf pine into larger units can be observed – individual shrubs form groups and these finally unite with the parental dwarf pine area. Polygons of size up to 10 m² prevail in the structure of areas on Rebro, where changes actually took place. Overgrowth was detected on relatively large compact areas, but in all cases enlargement of tree crowns, spreading of shrubs, combining of individual trees or shrubs in groups and, above all, expansion of compact tree areas into pastures.

Overgrowth dynamics on Rebro is faster. Rebro is characterized by more favorable natural geographic conditions with a longer vegetation period and overgrowing is additionally faster due to a shorter pasture season. In the period 1995-2006 overgrowth amounted to 27.9% of pasture, while on Belska Planina it amounted to 19.6%. This high share of overgrowth is

partly decelerated by clearing by farmers, since in the studied period on Belska Planina they managed to clear an area, comparable to 50.7% of newly overgrown areas, and on Rebru they cleared only 28.9% of areas they otherwise loose to overgrowth on the remaining part of the pasture (Table 4).

A high fragmentation of pasture areas is characteristic for Belska Planina. These fragments are connected with more or less narrow corridors, whose conservation is of crucial importance for maintaining the pasture open for livestock. Such corridors are efficiently delineated by object-based image analysis, although shadows of dwarf pine affect accuracy of delineation and determination of corridors. In the next period of cyclical aerial survey and, above all, lidar remote sensing reduction of such limitations due to technology of true orthophoto can be expected. We expect a higher radiometric consistency of multitemporal aerial images and, with the technology of true orthophoto, also a higher traceability of objects we determine in object-based analysis of images.

6 LITERATURA

6 REFERENCES

- Alič, U., 2009. Belska planina. Koroška Bela, Agrarna skupnost Koroška Bela (osebni vir)
- Diaci, J., 1994. Razvojna dogajanja v gozdnem rezervatu Mozirska Požganija v četrtem desetletju po požaru. Zbornik gozdarstva in lesarstva 45, 5–54.
- Didier, L., 2001. Invasion patterns of European larch and Swiss stone pine in subalpine pastures in the French Alps. *Forest Ecology and Management* 145, 67–77.
- Ehlers, M., Gaehler, M., Janowsky, R., 2003. Automated analysis of ultra high resolution remote sensing data for biotope mapping: new possibilities and challenges. *ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing* 57, 315–326.
- Feature Analyst 4.2 for ArcGIS Reference Manual. 2008. Missoula (Montana, USA), Visual Learning Systems, 354 s.
- Gellrich, M., Baur, P., Koch, B., Zimmermann, N. E., 2007. Agricultural land abandonment and natural forest re-growth in the Swiss mountains: A spatially explicit economic analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 118, 93–108.
- Geodetska uprava RS. Prostoriski podatki Digitalni model višin DMV12,5; Digitalni model višin DMV25; Ortofoto posnetki CAS 1995, 2006.
- Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Jesenice 2008–2017. 2008. Bled, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Bled, 145 s.
- Hladnik, D., Žižek Kulovec, L., 2012. Ocenjevanje gozdnatosti v zasnovi gozdne inventure na Slovenskem. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 97, 31–42.
- Javni vpogled v podatke o nepremičninah. Geodetska uprava Republike Slovenije. URL: <http://prostor3.gov.si/javni> (julij 2010)
- Kladnik, D., 1999. Leksikon geografije podeželja. Ljubljana, Inštitut za geografijo, 318 s.
- Klinar, M., 2009. »Pašnik Reber«. *Dovje, Agrarna skupnost Dovje Mojstrana (osebni vir)*
- Lovrenčak, F., 1977. Zgornja gozdna meja v Kamniških Alpah v geografski luči. *Geografski zbornik* 16, 5–150.
- MKO Portal. Ministrstvo za kmetijstvo in okolje. URL: <http://rkg.gov.si/GERK> (julij 2010)
- Petek, F., 2005. Spremembe rabe tal v slovenskem alpskem svetu. Ljubljana, Založba ZRC, 216 s.
- Pirnat, J., Kobler, A., 2012. Landscape changes in the pivka area, Slovenia. *Zbornik gozdarstva in lesarstva* 98, 39–49.
- Opitz, D., Blundell, S., 2008. Object recognition and image segmentation: the Feature Analyst® approach. V: Blaschke, T., Lang, S., Hay, G.J. (Ur.). *Object-Based Image Analysis. Spatial Concepts for Knowledge-Driven Remote Sensing Applications*. Springer, Berlin, Heidelberg, 153–167.
- Petrovič, D., Podobnikar, T., Grigillo, D., Kozmus Trajkovki, K., Vrečko, A., Urbančič, T., Kosmatin Fras, M., 2011. Kaj pa topografija? Stanje in kakovost topografskih podatkov v Sloveniji. *Geodetski vestnik* 55, 2, 304–318.
- Planine in skupni pašniki v Sloveniji. 1995. Ljubljana, Uprava Republike Slovenije za pospeševanje kmetijstva, 60 s.
- Pravilnik o evidenci dejanske rabe kmetijskih in gozdnih zemljišč. Uradni list RS št. 122-5471/2008
- Prešeren, P., 2007. Slovenija po novem v celoti v barvah. *Geodetski vestnik* 51, 3, 614–615.
- Ritlop, K., 2012. Določitev višin stavb iz lidarskih podatkov za namen izdelave popolnega ortofota. *Diplomska naloga*. Ljubljana, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, 29 s.

- Rozman, A., 2008. Dinamika razvoja zgornje gozdne meje in ekološka vloga rušja (*Pinus mugo* Turra) v sekundarni sukcesiji v Julijskih in Savinjskih Alpah. Ddoktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 151 s.
- Veljanovski, T., Kanjir, U., Oštir, K., 2011. Objektivno usmerjena analiza podatkov daljinskega zaznavanja. Geodetski vestnik 55, 4, 641–664.
- Waser, L.T., Baltsavias, E., Ecker, K., Eisenbeiss, H., Feldmeyer-Christe, E., Ginzler, C., Kuechler, M., Zhang, L., 2008. Assessing changes of forest area and shrub encroachment in a mire ecosystem using digital surface models and CIR aerial images. Remote Sensing of Environment 112, 1956–1968.
- Waser, L.T., Ginzler, C., Kuechler, M., Baltsavias, E., Hurni, L., 2011. Semi-automatic classification of tree species in different forest ecosystems by spectral and geometric variables derived from Airborne Digital Sensor (ADS40) and RC30 data. Remote Sensing of Environment 115, 76–85.
- ZGS 2011. Poročilo o gozdovih Zavoda za gozdove Slovenije za leto 2010. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, 127 str.
- http://www.zgs.gov.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/Porgozd10_Solc1.pdf. (4. 10. 2011).